



Національний технічний університет
"Харківський політехнічний інститут "

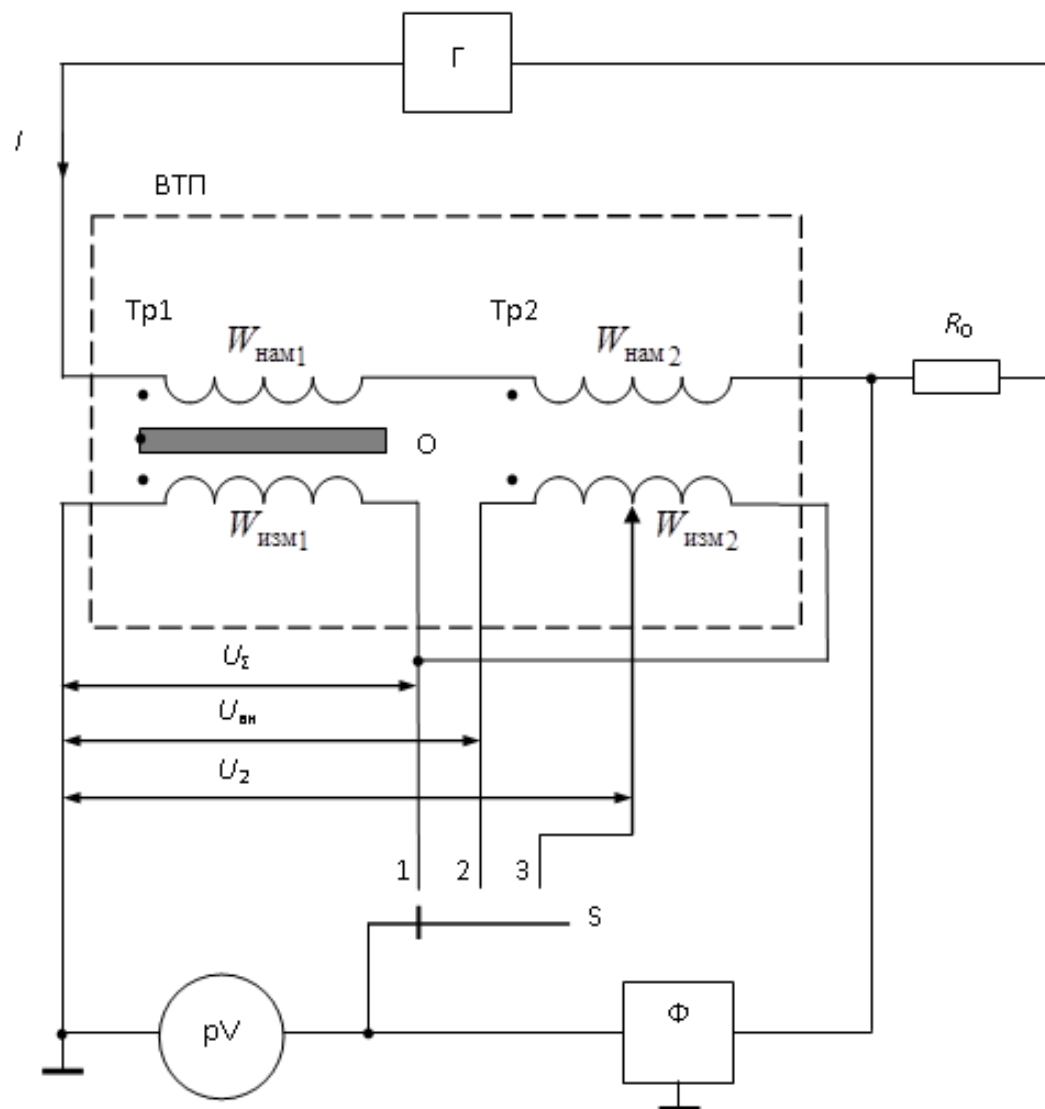


Кафедра "Інформаційно-вимірювальні
технології і системи"

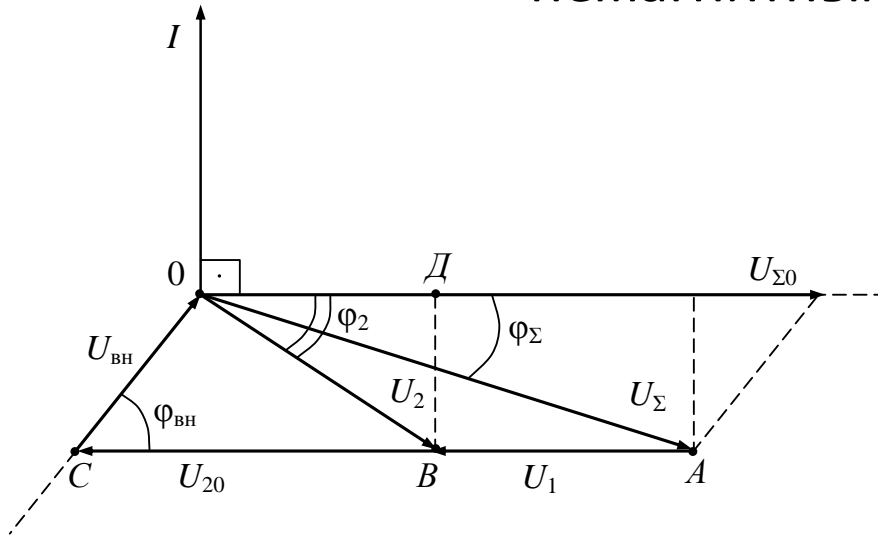
РАЦИОНАЛЬНЫЙ РЕЖИМ РАБОТЫ ВИХРЕТОКОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Доц. Львов С.Г.

Схема включения ВТП при измерении выходного сигнала и его фазы



Основные соотношения, описывающие работу ВТП с немагнитным изделием



$$U_2 = \eta U_{\Sigma 0} K \quad (1)$$

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{U_{\Sigma} \sin \varphi_{\Sigma}}{U_{\Sigma} \cos \varphi_{\Sigma} - U_1} \quad (2)$$

$$\begin{cases} U_2^2 = U_{\Sigma}^2 + U_1^2 - 2U_{\Sigma}U_1 \cos \varphi_{\Sigma} \\ U_{\Sigma}^2 = U_2^2 + U_1^2 + 2U_2U_1 \cos \varphi_2 \end{cases} \quad (3)$$

$$U_1 = U_{\Sigma} \cos \varphi_{\Sigma} - U_2 \cos \varphi_2 \quad (4) \quad \eta = \frac{U_{\Sigma} \sin \varphi_{\Sigma}}{U_{\Sigma 0} K \sin \varphi_2} \quad (5) \quad \frac{U_{\Sigma} \cos \varphi_{\Sigma} - U_{\Sigma 0}}{U_{\Sigma} \sin \varphi_{\Sigma}} = \frac{K \cos \varphi_2 - 1}{K \sin \varphi_2} \quad (6)$$

$$M_1(x) = \frac{K \cos \varphi_2 - 1}{K \sin \varphi_2} \quad (7) \quad d = d_{\Pi} \sqrt{\frac{U_{\Sigma} \sin \varphi_{\Sigma}}{U_{\Sigma 0} M_2}} \quad (8) \quad M_2(x) = K \sin \varphi_2 \quad (9)$$

$$x = \frac{d}{2} \sqrt{\frac{\mu_0 \mu_r 2\pi f}{\rho}} \quad (10) \quad \rho = \frac{\mu_0 \pi d_{\Pi}^2 f U_{\Sigma} \sin \varphi_{\Sigma}}{2U_{\Sigma 0} M_3(x)} \quad (11) \quad M_3(x) = x^2 K \sin \varphi_2 \quad (12)$$

Выражения для относительной чувствительности ВТП

$$U_{\Sigma} = U_{\Sigma 0} \sqrt{(\eta K)^2 + 2\eta K(1 - \eta)\cos\varphi_2 + (1 - \eta)^2} \quad (13)$$

$$S_{U_{\Sigma}} = \frac{\partial U_{\Sigma} / U_{\Sigma 0}}{\partial x} = \eta \frac{[\eta K + (1 - \eta)\cos\varphi_2] \frac{\partial K}{\partial x} - [(1 - \eta)K \sin\varphi_2] \frac{\partial \varphi_2}{\partial x}}{\sqrt{(\eta K)^2 + 2\eta(1 - \eta)K \cos\varphi_2 + (1 - \eta)^2}} \quad (14)$$

где $\frac{\partial K}{\partial x}$ и $\frac{\partial \varphi_2}{\partial x}$ частные производные в рабочей точке универсальных функций

$$\operatorname{tg}\varphi_{\Sigma} = \frac{\eta K \sin\varphi_2}{\eta K \cos\varphi_2 + 1 - \eta} \quad (15)$$

$$S_{\varphi_{\Sigma}} = \eta \frac{[(1 - \eta)\sin\varphi_2] \frac{\partial K}{\partial x} + [\eta K + (1 - \eta)\cos\varphi_2] K \frac{\partial \varphi_2}{\partial x}}{(\eta K)^2 + 2\eta(1 - \eta)K \cos\varphi_2 + (1 - \eta)^2} \quad (16)$$

Для вносимых сигналов и известного коэффициента
заполнения

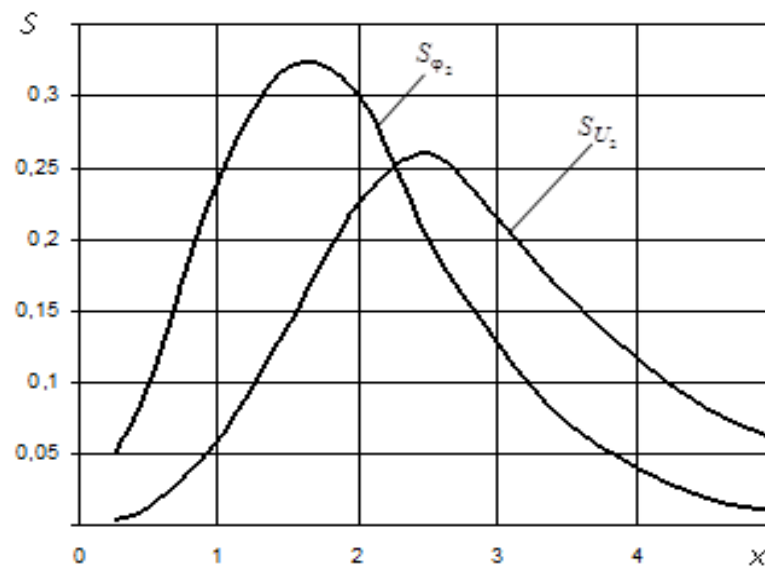
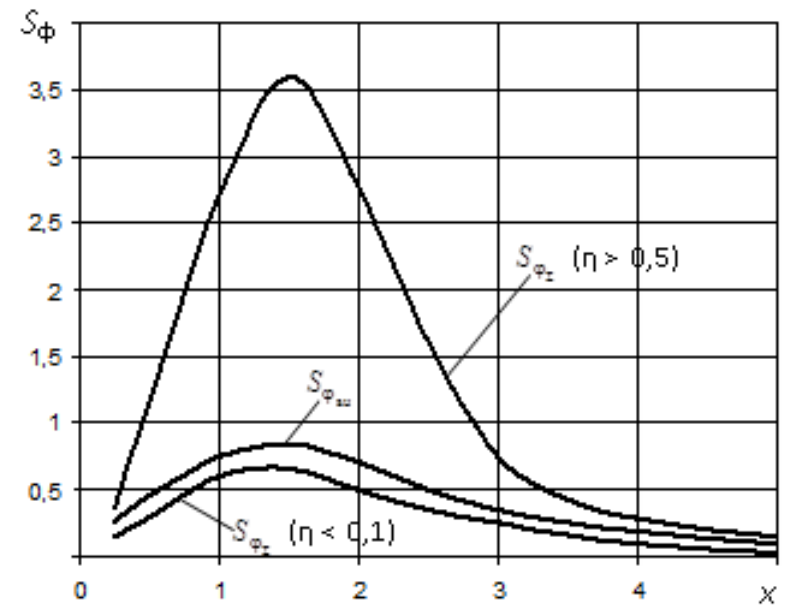
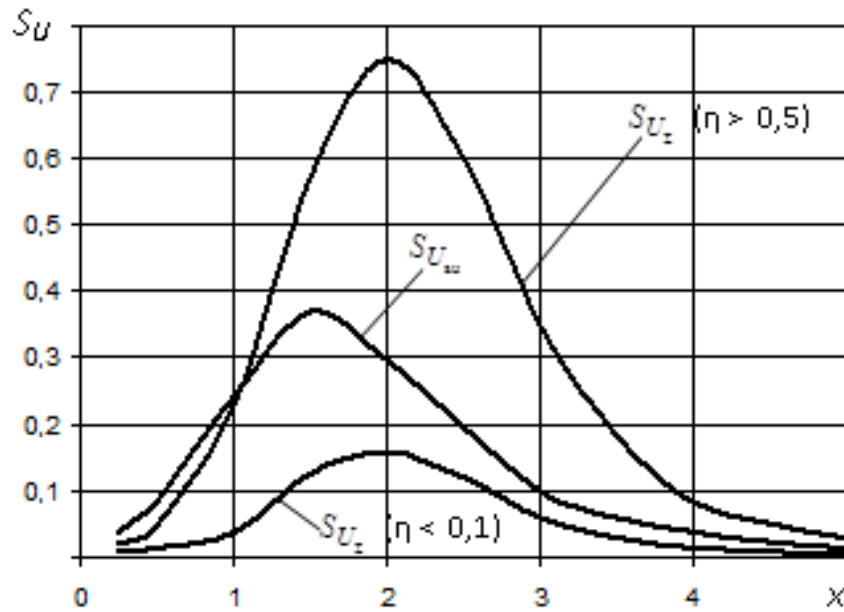
$$S_{U_{\text{BH}}} = \frac{\partial U_{\text{BH}}/U_{\Sigma 0}}{\partial x} = \frac{(K - \cos \varphi_2) \frac{\partial K}{\partial x} - (K \sin \varphi_2) \frac{\partial \varphi_2}{\partial x}}{\sqrt{(K - \cos \varphi_2)^2 + \sin^2 \varphi_2}} \quad (16)$$

$$S_{\varphi_{\text{BH}}} = \frac{\partial \varphi_{\text{BH}}}{\partial x} = \frac{\frac{\partial K}{\partial x} \sin \varphi_2 + K(\cos \varphi_2 - K) \frac{\partial \varphi_2}{\partial x}}{(K - \cos \varphi_2)^2 + \sin^2 \varphi_2} \quad (17)$$

$$S_{U_2} = \frac{\partial U_2/U_{\Sigma 0}}{\partial x} = \frac{\partial K}{\partial x} \quad (18)$$

$$S_{\varphi_2} = \frac{\partial \varphi_2}{\partial x} \quad (19)$$

Зависимости чувствительностей ВТП



Выводы

- Для коэффициентов заполнения $\eta \geq 0,5$ более предпочтительным является метод контроля ρ и d по измеренным суммарным значениям сигнала ВТП, а если $\eta \leq 0,5$, то целесообразнее использовать метод контроля ρ и d по вносимым параметрам сигнала преобразователя
- При контроле одного параметра ρ , в случае компенсации эффектов воздушного зазора при заданном значении относительной чувствительности ($S \approx 0,1$) диапазон изменения контролируемого параметра расширяется ($0,5 < x < 4,25$), что позволяет контролировать электрические параметры образца в более широком диапазоне его изменения